

# *Pesquisas em Geociências*

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

---

**O complexo Dadoxylon-Araucarioxylon, Carbonífero e Permiano do Gondwana: estudo taxonômico do gênero Araucarioxylon**

*Francine Kurzawe, Sheila Merlotti*

*Pesquisas em Geociências*, 37 (1): 41-50, maio/ago., 2010.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/17720>

---

Publicado por

**Instituto de Geociências**

---



**Portal de Periódicos**  
**UFRGS**

UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

---

## **Informações Adicionais**

**Email:** [pesquisas@ufrgs.br](mailto:pesquisas@ufrgs.br)

**Políticas:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

**Submissão:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

**Diretrizes:** <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

---

Data de publicação - maio/ago., 2010.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

## O complexo *Dadoxylon-Araucarioxylon*, Carbonífero e Permiano do Gondwana: estudo taxonômico do gênero *Araucarioxylon*

Francine KURZawe<sup>1</sup> & Sheila MERLOTTI<sup>2</sup>

1. Curso de Pós-graduação em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Caixa Postal 15.001, CEP: 91509-900, Porto Alegre, Brasil. E-mail: franly\_k@hotmail.com

2. Departamento de Botânica, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário, CEP: 88.040-900, Florianópolis, Brasil. E-mail: Sheila@ccb.ufsc.br

Recebido em 05/2009. Aceito para publicação em 08/2010.

Versão online publicada em 11/11/2010 ([www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br](http://www.pesquisasemgeociencias.ufrgs.br))

**Resumo** - Os gêneros *Dadoxylon* Endlicher e *Araucarioxylon* Kraus têm sido relacionados a diferentes grupos desde a sua origem e, mais recentemente, sua legitimidade têm sido contestada com base no Código Internacional de Nomenclatura Botânica (CINB). Na primeira parte desta reavaliação foram consideradas as espécies pertencentes ao gênero *Dadoxylon*. Nesta segunda parte serão analisadas as espécies de *Araucarioxylon* com base em propostas taxonômicas recentes e nas regras do CINB. Como resultado do presente estudo, dentre as 16 espécies identificadas na literatura, oito foram recombinadas em três diferentes gêneros, quatro em *Agathoxylon* Hartig [*Agathoxylon africanum*, *A. karooensis*, *A. nandorii*. e *A. petrietae*], uma em *Brachyoxylon* Hollick & Jeffrey [*Brachyoxylon semibisseriatum*] e três em *Protocupressinoxylon* Eckhold [*Protocupressinoxylon bhivkundense*, *P. surangei* e *P. wejgaoense*]; uma foi considerada inválida [*Araucarioxylon ghovawarensis*], quatro não foram passíveis de transferência devido à ausência de características diagnósticas preservadas [*Araucarioxylon meridionale*, *A. nummularium*, *A. schmidianum* e *A. sp.* Crisafulli & Lutz], uma necessita ser enquadrada em um novo gênero [*Araucarioxylon roxoi*] e duas não foram analisadas [*Araucarioxylon kothariensis* e *A. robertianum*].

**Palavras-chave:** *Araucarioxylon*, Permiano, Carbonífero, Gondwana.

**Abstract** - THE DADOXYLON-ARAUCARIOXYLON COMPLEX OF CARBONIFEROUS-PERMIAN FROM GONDWANAN REALM: TAXONOMIC REEVALUATION - PART II. ARAUCARIOXYLON. The genera *Dadoxylon* Endlicher and *Araucarioxylon* Kraus have been related to different groups and, recently, had their legitimacy questioned based on the International Code of Botanical Nomenclature (ICBN). In the first part of this re-evaluation, the species belonging to the genus *Dadoxylon* were considered. In this second part the *Araucarioxylon* species are analyzed based on recent proposals and rules of ICBN. As a result of the present study, among the 16 species identified in the literature, eight were recombined in three different genera, four in *Agathoxylon* Hartig [*Agathoxylon africanum*, *A. karooensis*, *A. nandorii*. e *A. petrietae*], one in *Brachyoxylon* Hollick & Jeffrey [*Brachyoxylon semibisseriatum*] and three in *Protocupressinoxylon* Eckhold [*Protocupressinoxylon bhivkundense*, *P. surangei* e *P. wejgaoense*]; one was considered invalid [*Araucarioxylon ghovawarensis*], four kept unaffected due to the absence of enough diagnostic features [*Araucarioxylon meridionale*, *A. nummularium*, *A. schmidianum* e *A. sp.* Crisafulli & Lutz], one was considered as part of a new genus which will not be subject of this contribution [*Araucarioxylon roxoi*] and two were not analyzed [*Araucarioxylon kothariensis* e *A. robertianum*].

**Keywords:** *Araucarioxylon*, Permian, Carboniferous, Gondwana.

## 1. Introdução

A flora do Paleozóico Superior da Província Gondvânica encontra-se representada, no registro fóssilífero, principalmente por folhas e órgãos reprodutivos preservados por impressões e compressões carbonosas. Entretanto, tal registro revela, ainda, grande número de frações caulinares de gimnospermas na forma de fragmentos permineralizados de xilema secundário (traqueidóxilos - Creber, 1972) ou, mais raramente, dotados, além deste, de medula e xilema primário. Fósseis deste tipo têm sido descritos desde meados do século XIX sob diferentes nomes genéricos, dos quais *Dadoxylon* Endlicher, 1847 e *Araucarioxylon* Kraus, 1870 (*in* Schimper) têm sido os mais amplamente utilizados. Ambos foram criados para designar lenhos fósseis, oriundos do Carbonífero do Hemisfério Norte, que apresentam, no xilema secundário, traqueídeos com pontoações areoladas do tipo araucarióide. Tal definição é pouco precisa, uma vez que este é um caráter comum a grande número de plantas paleozóicas e mesozóicas, incluindo, segundo Stewart & Rothwell (1993), possivelmente algumas progimnospermas e várias ordens de gimnospermas, como as Pteridospermales arborescentes, Glossopteridales, Cordaitales e Coniferales; dentre as últimas, atualmente, apenas *Araucaria*, *Agathis* e *Wollemia* (Família Araucariaceae) exibem características semelhantes às encontradas em *Dadoxylon* e *Araucarioxylon*. À imprecisão da definição somam-se dois outros fatores complicadores, relacionados às amostras utilizadas por Endlicher e Kraus nas descrições originais dos gêneros em questão: (a) a inclusão de espécies tanto com quanto sem medula e xilema primário e (b) a ambigüidade quanto à verdadeira natureza anatômica do xilema secundário (araucarióide ou cicadóide?). A partir de então, os nomes *Dadoxylon* e *Araucarioxylon* têm sido aplicados indiscriminadamente para lenhos nórdicos ou austrais, amedulados ou medulados, paleozóicos ou mesozóicos e vinculados a diferentes táxons, transformando esses gêneros em um verdadeiro complexo taxonômico. Tais fatos têm gerado intenso debate na literatura, através da formulação de numerosas propostas visando à clarificação do Complexo *Dadoxylon-Araucarioxylon*. Entre estas, destacam-se as de Philippe (1993) e Bamford & Philippe (2001) que consideraram as designações *Dadoxylon* e *Araucarioxylon* ilegítimas e propuseram a transferência da maioria das espécies de ambos os

gêneros para *Agathoxylon* Hartig, 1848.

Neste contexto, avaliam-se, nesta segunda parte do estudo, as espécies de *Araucarioxylon* descritas para o intervalo Carbonífero - Permiano do Gondwana, representadas por traqueidóxilos, com base nas propostas dos autores supracitados, na chave taxonômica apresentada por Philippe & Bamford (2008) e nas normas do Código Internacional de Nomenclatura Botânica (CINB, McNeil *et al.*, 2006). Tendo em vista as dificuldades de obtenção dos holótipos das espécies consideradas, os quais se encontram amplamente dispersos pelos distintos continentes gondvânicos e, em alguns casos, não foram mencionados nas descrições originais, a avaliação baseia-se apenas na revisão bibliográfica da descrição das mesmas.

## 2. Estudo taxonômico

A revisão bibliográfica do gênero *Araucarioxylon*, registrado no Permo-Carbonífero da Província Gondvânica, indicou a existência de 16 espécies, distribuídas na África, América do Sul e Índia (Tab. 1).

Tabela 1. Ocorrência geográfica das espécies gondvânicas de *Araucarioxylon*.

Espécies	África	América do Sul	Índia
<i>Araucarioxylon africanum</i> Bamford, 1999	X		
<i>Araucarioxylon bhivkundense</i> Agashe & Prasad, 1989			X
<i>Araucarioxylon ghovawarensis</i> (Pareek) Pant & Singh, 1987			X
<i>Araucarioxylon karoensis</i> Bamford, 1999	X		
<i>Araucarioxylon kothariensis</i> Agashe & Prasad, 1984			X
<i>Araucarioxylon meridionale</i> (White) Maheshwari, 1972		X	
<i>Araucarioxylon nandorii</i> Vagyan & Raju, 1981			X
<i>Araucarioxylon nummularium</i> (White) Maheshwari, 1972		X	
<i>Araucarioxylon petriellae</i> Zamuner, 1996		X	
<i>Araucarioxylon robertianum</i> Schenk, 1882			X
<i>Araucarioxylon roxoi</i> (Maniero) Maheshwari, 1972		X	
<i>Araucarioxylon schmidianum</i> (Schleiden) Felix, 1882 <i>in</i> Knowlton, 1890			X
<i>Araucarioxylon semibisseriatum</i> Pant & Singh, 1987			X
<i>Araucarioxylon surangei</i> Agashe <i>et al.</i> , 1981			X
<i>Araucarioxylon wejgaoense</i> Agashe & Kumar, 1996			X
<i>Araucarioxylon</i> sp. Crisafulli & Lutz, 1997		X	

## 3. Resultados taxonômicos

O estudo taxonômico indicou os seguintes resultados: oito espécies foram recombinadas em gêneros válidos e legítimos, uma foi considerada inválida, quatro não foram passíveis de transferência para outros gêneros devido à incompletude de

suas descrições, uma necessitaria de um enquadramento em novo gênero e duas não foram analisadas devido à impossibilidade de obtenção da devida bibliografia.

Em termos das mudanças em nível genérico, tem-se que as espécies *Araucarioxylon africanum*, *A. karooensis*, *A. nandorii* e *A. petriellae* são transferidas para o gênero *Agathoxylon* Hartig, 1848 (in Philippe, 1995), a espécie *A. semibisseriatum* é recombinada no gênero *Brachyoxylo* Hollick & Jeffrey, 1909, enquanto as espécies *Araucarioxylon bhivkundense*, *A. surangei* e *A. wejgaoense* são relocaladas no gênero *Protocupressinoxylon* Eckhold, 1923.

A única espécie considerada inválida é *Araucarioxylon ghovawarensis*.

As espécies não passíveis de transferência para outros gêneros são: *Araucarioxylon meridionale*, *A. nummularium*, *A. schmidianum* e *Araucarioxylon* sp. Crisafulli & Lutz.

Necessita de enquadramento taxonômico em novo gênero a espécie *Araucarioxylon roxoi*. As espécies *A. kothariensis* e *A. robertianum*, não foram analisadas.

### 3.1. Espécies recombinadas

De modo a facilitar a comparação, fornecem-se, inicialmente, as diagnoses dos gêneros para os quais as espécies foram transferidas, seguidas das diagnoses específicas originais. A estas, foram acrescidos dados referentes à homoxilia e picnoxilia observados nas ilustrações das diagnoses originais; modificações também foram efetuadas nas mesmas quanto à caracterização do padrão das pontoações radiais dos traqueídeos e dos campos de cruzamento, conforme a proposição tipológica de Philippe (1995).

**Divisão:** Gymnospermopsida

**Gênero:** *Agathoxylon* Hartig, 1848 (Fig. 1A)

**Espécie-tipo:** *Agathoxylon cordaianum* Hartig, 1848.

**Procedência:** Triássico, Alemanha.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico. Pontoações radiais areoladas de tipo araucarióide. Raios lenhosos geralmente unisseriados e com paredes horizontais e tangenciais lisas. Campos de cruzamento araucarióides. Canais resiníferos ausentes. Parênquima axial facultativo

(Philippe, 1995, p.53).

*Agathoxylon africanum* (Bamford) comb. nov.

*Araucarioxylon africanum* Bamford, 1999: 34, figs. 17-20; tab. 2.

**Holótipo:** BP/16/311

**Procedência:** Grupo Beaufort, Formação Normandien, Zona Dycynodon, Permiano Superior, Harrismith, África do Sul.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico com anéis de crescimento distintos; lenho inicial com células de contorno quadrangular (diâmetro radial médio = 41,0 µm; diâmetro tangencial médio = 37,0 µm) nas seções transversais; lenho final com células retangulares (diâmetro radial médio = 13,0 µm; diâmetro tangencial médio = 36,0 µm) nas seções transversais. Pontoações radiais areoladas de tipo araucarióide unisseriadas a bisseriadas (m = 2s), contíguas, hexagonais e alternas. Raios lenhosos homogêneos, unisseriados, com 2-18 (m = 15) estratos celulares. Campos de cruzamento araucarióides com 2-7 (m = 2-4) pontoações ovais (diâmetro médio = 6-8,0 µm). Presença de resina nos traqueídeos e/ou raios lenhosos.

**Discussão:** Pontoações radiais e campos de cruzamento araucarióides correspondem, segundo Philippe & Bamford (2008), ao gênero *Agathoxylon*, motivo pelo qual propõe-se aqui a transferência da espécie para o mesmo.

*Agathoxylon lemonii* Tidwell & Thayne, 1986 e *A. liguaensis* Torres & Philippe, 2002 são as espécies que mais se aproximam de *Araucarioxylon africanum* por apresentarem pontoações radiais unisseriadas a bisseriadas e raios lenhosos unisseriados; a primeira exhibe, também, resina nos traqueídeos e nos raios lenhosos. Diferenciam-se, entretanto, quanto ao menor número de pontoações nos campos de cruzamento, (1-4 e 1-3, respectivamente) e a altura dos raios lenhosos, mais baixos (1-10 células de altura) em *A. lemonii* e mais altos (até 56 estratos celulares) em *A. liguaensis*.

*Agathoxylon karooensis* (Bamford) comb. nov.

*Araucarioxylon karooensis* Bamford, 1999: 34-37, figs. 21-24; tab. 2.

**Holótipo:** BP/16/313

**Procedência:** Grupo Beaufort, Formação Normandien, Zona Dycynodon, Permiano Superior, Harrismith, África do Sul.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picno-

xílico com anéis de crescimento distintos; lenho inicial com células de contorno arredondado (diâmetro médio radial = 39,0 µm; diâmetro médio tangencial = 37,0 µm) nas seções transversais; lenho final com 5-7 traqueídeos de contorno retangular (diâmetro radial médio = 17,0 µm; diâmetro tangencial médio = 30,0 µm) nas seções transversais. Pontoações radiais areoladas de tipo araucarióide unisseriadas a trisseriadas (m = 2s), contíguas, hexagonais e alternas. Raios lenhosos homogêneos, unisseriados, parcialmente bisseriados, com 3-30 (m = 15) estratos celulares. Campos de cruzamento araucarióides com 2-4 pontoações arredondadas a ovais (diâmetro maior médio = 10,0 µm; diâmetro menor médio = 7,5 µm).

**Discussão:** Considerando-se o padrão das pontoações radiais dos traqueídeos e dos campos de cruzamento do tipo araucarióide, a espécie pertence ao gênero *Agathoxylon*, conforme Philippe & Bamford (2008).

Dentre as espécies do gênero *Agathoxylon*, as que mais se assemelham a esta são *A. continii* Philippe, 1995 e *A. desnoyersii* (Lemoigne) Philippe, 1995 por apresentarem pontoações radiais dos traqueídeos unisseriadas a trisseriadas; estas diferem, porém, pelos raios exclusivamente unisseriados e mais baixos (respectivamente 4-8 e 2-4 células de altura) e pelo maior número de pontoações nos campos de cruzamento (10-18 e 4-10, respectivamente).

*Agathoxylon nandorii* (Vagyani & Raju) comb. nov.

*Araucarioxylon nandorii* Vagyani & Raju, 1981: 11-12, pl. 3, figs. 1-6; pl. 4, figs. 1-6.

**Holótipo:** NDR/1/78, Departamento de Botânica, Universidade de Shivaji, Kolhapur, Índia.

**Procedência:** Formação Kamthi, Permiano Superior, Nandori, Chandrapur, Estado de Maharashtra, Índia.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico com oito anéis de crescimento; lenho inicial com 78 traqueídeos resiníferos de espessura e células de contorno retangular (diâmetro radial médio = 28,0 µm; diâmetro tangencial médio = 32,0 µm) nas seções transversais; lenho final com 2-3 traqueídeos de espessura e células alongadas (diâmetro radial médio = 23,0 µm; diâmetro tangencial médio = 11,0 µm) nas seções transversais. Pontoações radiais areoladas de tipo araucarióide, unisseriadas a multisseriadas; unisseriadas contíguas, circulares; bisseriadas e multisseriadas contíguas,

hexagonais, alternas; poro circular. Raios lenhosos homogêneos, unisseriados a bisseriados (m = 1s), com 2-30 (m = 8) estratos celulares. Campos de cruzamento araucarióides com 2-6 pontoações, circulares a ovais (diâmetro maior médio = 6,0 µm; diâmetro menor médio = 5,0 µm).

**Discussão:** Tendo em vista a ocorrência de pontoações araucarióides nas paredes radiais dos traqueídeos e nos campos de cruzamento, a espécie, conforme Philippe & Bamford (2008), pertence ao gênero *Agathoxylon*.

A comparação da espécie em análise com as demais assinaladas para *Agathoxylon* indica discretas similaridades com *A. vesturaense* Agashe & Prasad, 1989 e *A. zaranense* Agashe & Prasad, 1989, no que se refere à natureza dos raios lenhosos e ao número das pontoações nos campos de cruzamento. Nestas duas espécies, observa-se ainda, como na espécie em questão, raios lenhosos uni a bisseriados (m = 1s), levemente mais baixos, e campos de cruzamento com maior número de pontoações, que variam de 1-13 em *A. vesturaense* e 1-8 em *A. zaranense*. A diferença mais significativa diz respeito às pontoações radiais dos traqueídeos, ornamentadas e dispostas em 1-4 séries em ambas as espécies consideradas de *Agathoxylon* e com arranjo uni a multisseriado na espécie em pauta.

*Agathoxylon petriellae* (Zamuner) comb. nov.

*Araucarioxylon petriellae* Zamuner, 1996: 77-82, text-figs. 1-9; tab. 1.

**Holótipo:** LLPB 11745, Departamento de Paleobotânica, Faculdade de Ciências Naturais e Museu, Universidade Nacional de La Plata, Argentina.

**Procedência:** Formação Melo, Permiano Inferior, Melo, Cerro Largo, Uruguai.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico com quatro anéis de crescimento e passagem gradual do lenho inicial para o final. Lenho inicial com 37-160 traqueídeos de espessura e células de contorno retangular (diâmetro tangencial = 37,0 µm) nas seções transversais; lenho final com 1-10 traqueídeos de espessura e células de contorno retangular (diâmetro tangencial = 32,0 µm) nas seções transversais. Pontoações radiais areoladas araucarióides unisseriadas a tetrasseriadas (m = 2-3s), contíguas; poro central elíptico. Raios lenhosos homogêneos, unisseriados, parcialmente bisseriados, com 1-21 (m = 1-10) estratos celulares. Campos de cruzamento araucarióides com 2-20 (m = 5-11) pontoações (diâmetro médio = 10,7 µm).

**Discussão:** Conforme Philippe & Bamford (2008), o gênero *Agathoxylon* se caracteriza pela presença de pontoações radiais e campos de cruzamento araucarióides. Desta forma, indica-se a transferência da espécie para este gênero.

Das espécies de *Agathoxylon*, *A. vesturaense* Agashe & Prasad, 1989 e *A. zaranense* Agashe & Prasad, 1989 são as que mais se assemelham à espécie estudada em relação às pontoações radiais (1-4s) e a altura dos raios lenhosos (1-26 em *A. vesturaense* e 1-21 em *A. zaranense*). Estas se diferenciam, porém, por apresentarem pontoações radiais ornamentadas, raios bisseriados e menor número de pontoações nos campos de cruzamento (respectivamente, 1-9 e 1-8); adicionalmente, *A. vesturaense* apresenta pontoações nas paredes tangenciais dos traqueídeos.

**Gênero:** *Brachyoxylon* Hollick & Jeffrey, 1909 (Fig. 1B)

**Espécie-tipo:** *Brachyoxylon notabile* Hollick & Jeffrey, 1909.

**Procedência:** Cretáceo, Estados Unidos.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico. Pontoações radiais areoladas de tipo misto, geralmente arredondadas e esparsas. Raios lenhosos baixos e com paredes lisas. Campos de cruzamento araucarióides. Pontoações tangenciais presentes. Canais resiníferos traumáticos ocasionais (Hollick & Jeffrey, 1909, p. 54-57; Philippe & Bamford, 2008, p. 192).

*Brachyoxylon semibiseriatum* (Pant & Singh)  
comb. nov.

*Araucarioxylon semibiseriatum* Pant & Singh, 1987: 20-24, pl. 3, figs. 20-26; text-fig. 4 A-F, 5 A-E; tabs. 1-2.

**Holótipo:** 13012/NK, Coleção Pant, Departamento de Botânica, Universidade de Allahabad, Índia.

**Procedência:** Formação Raniganj, Permiano Superior, Nova Kenda, Índia.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico com anéis de crescimento distintos; lenho inicial com 25-90 traqueídeos de espessura e células poligonais (diâmetro radial = 30,0-60,0 µm; diâmetro tangencial = 30,0-62,0 µm) nas seções transversais; lenho final com 2-9 traqueídeos de espessura e células tangencialmente mais largas, retangulares (diâmetro radial = 9,0-30,0 µm; diâmetro tangencial = 21,0-54,0 µm) nas seções transversais.

Pontoações radiais areoladas de tipo misto, unisseriadas a pentasseriadas ( $m = 1-4s$ ), esparsas ou contíguas, circulares, ovais ou poligonais, subopostas ou alternas; poro circular ou oval. Raios lenhosos homogêneos, unisseriados a parcialmente bisseriados, com 1-38 ( $m = 2-9$ ) estratos celulares; raios parcialmente bisseriados frequentemente com cavidades esquizolisígenas; células dos raios bisseriados com cavidades de conteúdo escuro. Campos de cruzamento araucarióides com 4-16 ( $m = 6-12$ ) pontoações areoladas ovais. Paredes tangenciais com pontoações multisseriadas, esparsas ou reunidas em grupos irregulares, raramente contíguas, ovais ou circulares, opostas ou alternas; poro oval.

**Discussão:** Conforme Philippe & Bamford (2008), as pontoações radiais de tipo misto associadas a campos de cruzamento araucarióides são características do gênero *Brachyoxylon*, o que indica a transferência da espécie para este gênero.

As espécies de *Brachyoxylon* mais semelhantes ao exemplar em estudo são *B. brachyphylloides* (Torrey) Kräusel, 1949 e *B. sp.* Vozenin-Serra & Pons, 1990 quanto à seriação dos raios lenhosos, unisseriados a parcialmente bisseriados, aos campos de cruzamento (1-10 e 5-12 pontoações, respectivamente) e à presença de pontoações tangenciais. Entretanto, estas duas espécies se diferenciam pela menor seriação das pontoações radiais (1-2s em *B. brachyphylloides* e 1s em *B. sp.*), menor altura dos raios lenhosos (respectivamente 1-20 e 3-17 células de altura) e por apresentarem canais secretores traumáticos. As cavidades esquizolisígenas existentes nos raios lenhosos de *A. semibiseriatum* constituem, além disso, um caráter específico exclusivo.

**Gênero:** *Protocupressinoxylon* Eckhold, 1923 (Fig. 1C)

**Espécie-tipo:** *Protocupressinoxylon cupressoides* Eckhold, 1923.

**Procedência:** Jurássico, Inglaterra.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico. Pontoações radiais de tipo misto. Campos de cruzamento cupressóides (Phillipe & Bamford, 2008, p. 192).

**Considerações:** De acordo com a revisão de Bamford & Philippe (2001), o gênero *Protocupressinoxylon* foi considerado sinonímia de *Protobrachyoxylon* Holden, 1913. Recentemente, entretanto, Philippe & Bamford (2008) consideraram duvidoso

sa a descrição original de *Protobrachyoxylon*, salientando o extravio do holótipo. Deste modo, os autores propuseram a manutenção da designação *Protocupressinoxylon* até que este seja devidamente revisto e incluíram, no mesmo, lenhos com pontoações mistas e campos de cruzamento cupressóides.

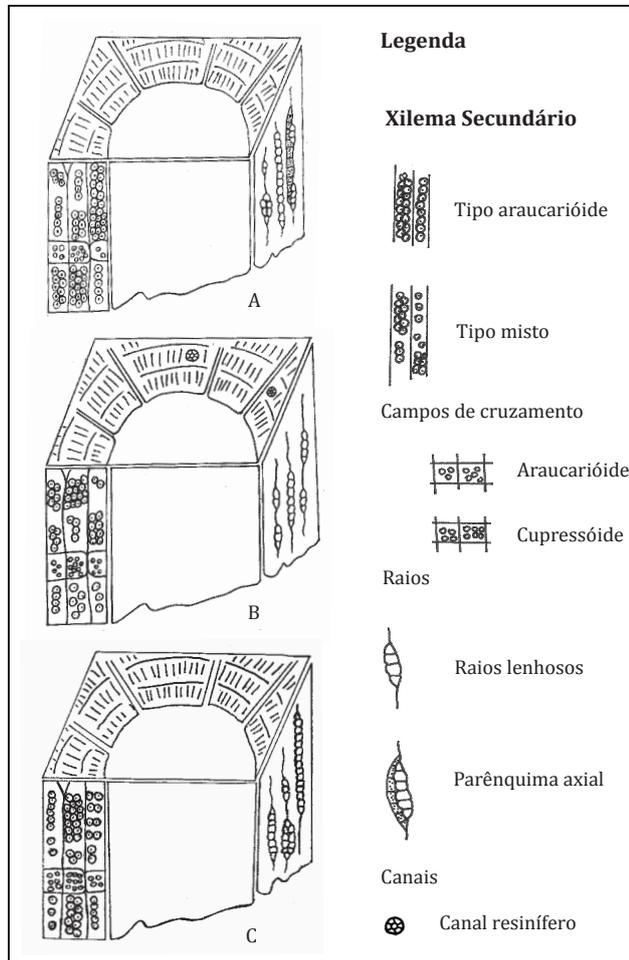


Figura 1. Blocos-diagrama (modificado de Mussa, 1994) representando os gêneros válidos e legítimos para os quais foram transferidas espécies de *Araucarioxylon*. (A) *Agathoxyylon* Hartig, 1848. (B) *Brachyoxylon* Hollick & Jeffrey, 1909. (C) *Protocupressinoxylon* Eckhold, 1923.

*Protocupressinoxylon bhivkundense* (Agashe & Prasad) comb. nov.

*Araucarioxylon bhivkundense* Agashe & Prasad, 1989: 79-82, pl. 1, figs. 1-7; text-fig. 1, A-G; tabs. 1-2.

**Holótipo:** 962, Laboratório de Paleobotânica e Palinologia, Departamento de Botânica, Universidade de Bangalore, Bangalore, Índia.

**Procedência:** Permiano, Bhivkund, Chandrapur, Estado de Maharashtra, Índia.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico

com anéis de crescimento distintos e passagem abrupta do lenho inicial para o final; lenho inicial com 120-130 traqueídeos de espessura e células de contorno retangular (diâmetro radial médio = 30,0µm; diâmetro tangencial médio = 60,0µm) nas seções transversais; lenho final com 2-4 traqueídeos de espessura e células estreitas (diâmetro radial médio = 20,0µm; diâmetro tangencial médio = 30,0µm) nas seções transversais. Pontoações radiais areoladas de tipo misto, unisseriadas a bisseriadas, às vezes em grupos de 2-4 pontoações, esparsas ou contíguas, algumas vezes alternas e em arranjos pareados. Raios lenhosos homogêneos, unisseriados a bisseriados ( $m = 1s$ ), com 1-33 ( $m = 8$ ) estratos celulares. Campos de cruzamento cupressóides com 1-8 ( $m = 1-2$ ) pontoações (diâmetro médio = 10,0 µm) com aréolas delgadas. Paredes tangenciais pontoadas.

**Discussão:** De acordo com a proposta de Philippe & Bamford (2008), a presença de pontoações radiais de tipo misto e de campos de cruzamento cupressóides são características do gênero *Protocupressinoxylon*, propondo-se, portanto, a transferência da espécie para este táxon.

As espécies do gênero *Protocupressinoxylon* mais semelhantes à espécie em questão são *P. koettlitzii* (Seward) Eckhold, 1923 e *P. catenatum* Schultze-Motel, 1960 (in Vogellehner, 1968), em relação à seriação das pontoações radiais (uni a bisseriadas) e dos raios lenhosos (uni a bisseriados) e à presença de pontoações nas paredes tangenciais dos traqueídeos. A primeira, porém, difere devido ao menor número de pontoações nos campos de cruzamento (2-4) e à presença de parênquima lenhoso. Apesar de *P. catenatum* possuir um número comparável de pontoações nos campos de cruzamento (3-10), os raios lenhosos possuem poucas células de altura (1-14).

*Protocupressinoxylon surangei* (Agashe, Prasad & Suresh) comb. nov.

*Araucarioxylon surangei* Agashe, Prasad & Suresh, 1981: 123-124, pl. 1, figs. 8-14; text-fig. 2 A-K.

**Holótipo:** 737, Laboratório de Paleobotânica e Palinologia, Departamento de Botânica, Universidade de Bangalore, Bangalore, Índia.

**Procedência:** Formação Kamthi, Permiano Superior, Lathi, Chandrapur, Estado de Maharashtra, Índia.

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico com anéis de crescimento distintos e transição

gradual do lenho inicial para o final; lenho inicial com 100-130 traqueídeos de espessura e células retangulares (diâmetro radial médio = 42,0  $\mu\text{m}$ ; diâmetro tangencial médio = 52,0  $\mu\text{m}$ ) nas seções transversais; lenho final com 5-15 traqueídeos de espessura e células retangulares (diâmetro radial médio = 20,5  $\mu\text{m}$ ; diâmetro tangencial médio = 32,0  $\mu\text{m}$ ) nas seções transversais. Pontoações radiais areoladas de tipo misto, unisseriadas a tetrasseriadas, ou em grupos de 2-3 ou mais pontoações; unisseriadas contíguas ou esparsas, circulares; bisseriadas contíguas, circulares ou levemente achatadas, alternas ou opostas; trisseriadas e tetrasseriadas contíguas, hexagonais, alternas; poro circular ou oval. Raios lenhosos homogêneos, unisseriados a bisseriados ( $m = 1s$ ), com 1-35 ( $m = 2, 3, 4$  e 10) estratos celulares. Campos de cruzamento cupressóides com 1-11 ( $m = 2-4$ ) pontoações arredondadas a ovais (diâmetro médio = 4,0-5,0  $\mu\text{m}$ ), com aréolas delgadas.

**Discussão:** As pontoações radiais dos traqueídeos de tipo misto e os campos de cruzamento cupressóides, segundo Philippe & Bamford (2008), tipificam o gênero *Protocupressinoxylon*, justificando, assim, a transferência da espécie para este gênero.

A espécie mais semelhante àquela estudada é *P. orientale* (Seward) Kräusel, 1949, por apresentar pontoações radiais uni a tetrasseriadas e em grupos, além de raios lenhosos bisseriados. Difere, entretanto, por possuir menor número de pontoações nos campos de cruzamento (2-4), parênquima lenhoso e pontoações nas paredes tangenciais dos traqueídeos.

*Protocupressinoxylon wejgaoense* (Agashe & Kumar) comb. nov.

*Araucarioxylon wejgaoense* Agashe & Kumar, 1996: 18, pl. 1, figs. 1-9; tab. 1.

**Holótipo:** 2074, Laboratório de Paleobotânica e Palinologia, Departamento de Botânica, Universidade de Bangalore, Bangalore, Índia.

**Procedência:** Permiano, Wejgaon, Chandrapur, Estado de Maharashtra, Índia

**Diagnose:** Lenho secundário homoxílico e picnoxílico com anéis de crescimento distintos; lenho inicial com 120-140 traqueídeos de espessura e células retangulares (diâmetro radial médio = 60,0  $\mu\text{m}$ ; diâmetro tangencial médio = 180,0  $\mu\text{m}$ ) nas seções transversais; lenho final com 2-4 traqueídeos de espessura (diâmetro radial médio = 30,0  $\mu\text{m}$ ; diâ-

metro tangencial médio = 60,0  $\mu\text{m}$ ) nas seções transversais. Pontoações radiais areoladas de tipo misto, unisseriadas a bisseriadas ( $m = 2s$ ) ou em grupos de 2-4 pontoações; unisseriadas contíguas, circulares ou ovais; bisseriadas contíguas a esparsas, circulares, ovais ou hexagonais, alternas ou subopostas. Raios lenhosos homogêneos, unisseriados a bisseriados ( $m = 1s$ ), com 2-34 ( $m = 8-12$ ) estratos celulares. Campos de cruzamento cupressóides com 1-6 ( $m = 2$  e 4) pontoações (diâmetro médio = 15,0  $\mu\text{m}$ ), circulares ou ovais. Paredes tangenciais pontoadas.

**Discussão:** Pontoações radiais dos traqueídeos do tipo misto e campos de cruzamento cupressóides são características do gênero *Protocupressinoxylon*, segundo Philippe & Bamford (2008). Propõe-se, portanto, a transferência da espécie em pauta para este gênero.

As espécies *P. catenatum* Schultze-Motel, 1960 (*in* Vogellehner, 1968) e *P. koettlitzei* (Seward) Eckhold, 1923 assemelham-se à espécie em questão quanto à seriação das pontoações radiais (uni a bisseriadas) e dos raios lenhosos (uni a bisseriados) e à ocorrência de pontoações nas paredes tangenciais dos traqueídeos. *P. koettlitzei* aproxima-se, ainda, quanto ao número de pontoações nos campos de cruzamento (2-4), mas exibe crásulas inexistentes na forma analisada. *P. catenatum*, diferencia-se, também, por possuir maior número de pontoações nos campos de cruzamento (3-10).

### 3.2. Espécie inválida

A espécie *Araucarioxylon ghovawareense* (Pareek) Pant & Singh, 1987 é considerada inválida, de acordo com o CINB (McNeil *et al.*, 2006), por não apresentar descrição ou diagnose (Art. 32.1).

### 3.3. Espécies não passíveis de recombinação em outros gêneros

Quatro espécies não são passíveis de transferência para gêneros válidos e legítimos devido à ausência, nas descrições originais, da caracterização dos campos de cruzamento, importante traço de diferenciação genérica. São elas: *Araucarioxylon meridionale* (White) Maheshwari, 1972, *Araucarioxylon nummularium* (White) Maheshwari, 1972, *Araucarioxylon schmidianum* (Kraus) Knowlton, 1890, e *Araucarioxylon* sp. Crisafulli & Lutz, 1997.

### 3.4. Espécie que necessita de enquadramento em novo gênero

Uma espécie correspondente a traqueidóxilo indica a necessidade de criação de novo gênero para sua acomodação taxonômica:

A diagnose da espécie *Araucarioxylon roxoi* (Maniero) Maheshwari, 1972, descrita originalmente por Maniero (1946) como *Dadoxylon roxoi*, e proveniente da Formação Serra Alta, Permiano Superior da Bacia do Paraná, Brasil, indica a presença de pontoações radiais areoladas de tipo misto, 1-3 ( $m = 1-2$ )s, raios lenhosos 1s, raramente 2s, com 3-22 estratos celulares, campos de cruzamento com pontoações raras e pouco nítidas e pontoações tangenciais 1-2s. Entretanto, a revisão do material tipo efetuada por Kräusel & Dolianiti (1958) possibilitou uma detalhada caracterização de seus traços anatômicos. De acordo com estes autores (*op. cit.*), esta espécie exibia pontoações radiais areoladas de tipo misto, apenas 1-2s, raios lenhosos exclusivamente unisseriados, com 3-22 ( $m = 4-10$ ) células de altura, campos de cruzamento com 1-6 ( $m = 2-4$ ) pontoações taxodióides, pontoações tangenciais 1-2s e presença de espessamentos espiralados nos traqueídeos. A ocorrência de campos de cruzamento taxodióides e de espessamentos espiralados é claramente mencionada na descrição de Kräusel & Dolianiti (1958: 129) e nitidamente visível nas suas ilustrações (est. 25, figs. 55-56). Tais caracteres, de importância diagnóstica, não foram considerados por Maheshwari (1972) que, inadvertidamente, transferiu a espécie para *Araucarioxylon*. Este gênero, como já indicado aqui, é ilegítimo (Art. 52.1, McNeil *et al.*, 2006), segundo Bamford & Philippe (2001). Por outro lado, traqueídeos com espessamentos espiralados encontram-se em diferentes traqueidóxilos, entre eles *Prototaxoxylon* Kräusel & Dolianiti, 1958 (Paleozóico, África do Sul), *Platyspiroxylon* Greguss, 1961 (Permiano da Hungria), *Baieroxylon* Greguss, 1961 (Triássico Superior da Alemanha) e *Parapalaeospiroxylon* Pant & Singh, 1987 (Permiano da Índia). Porém, em todos estes táxons, campos de cruzamento cupressóides combinam-se ou com pontoações radiais areoladas araucarióides, como em *Prototaxoxylon* e *Platyspiroxylon*, ou com pontoação de tipo misto, como em *Baieroxylon* e *Parapalaeospiroxylon*. O gênero *Prototaxodioxylon* Bamford & Philippe, 2001 revela estreita similaridade com *A. roxoi* quanto ao tipo de pontoações radiais dos traqueídeos e dos campos de cruza-

mento, mas é, entretanto, destituído de espessamentos espiralados. Deste modo, constata-se a necessidade de nova designação genérica para acomodar traqueidóxilos que exibem traqueídeos com pontoação mista, campos de cruzamento taxodióides e espessamentos espiralados, como a forma em questão.

### 3.5. Espécies não analisadas

Duas espécies, *Araucarioxylon kothariensis* Agahse & Prasad, 1984 e *Araucarioxylon robertianum* Schenck, 1882, não foram analisadas em decorrência da impossibilidade, até o momento, de obtenção da bibliografia pertinente e, por isso, serão objetivo de estudos futuros.

## 4. Conclusões

O gênero *Araucarioxylon* Kraus, 1870 é ilegítimo de acordo com o Art. 52.1 do CINB (McNeil *et al.*, 2006), reiterando-se, portanto, as propostas feitas por Philippe (1993) e Bamford & Philippe (2001). Da mesma forma, considerando-se que quatro espécies foram recombinadas no gênero *Agathoxylon* Hartig, 1848, apóia-se a sugestão de Bamford & Philippe (2001) de transferir as espécies de *Araucarioxylon* que possuem pontoações radiais e campos de cruzamento do tipo araucarióide para o gênero *Agathoxylon*.

A transferência de oito espécies de *Araucarioxylon* para outros três gêneros válidos e legítimos (*Agathoxylon*, *Brachioxylon* e *Protocupressinoxylon*) e a invalidação de apenas uma espécie desse gênero sugerem menor complexidade taxonômica deste em relação a *Dadoxylon*, abordado na primeira parte desta revisão (Kurzawe & Merlotti, 2009).

Outras revisões taxonômicas, similares à feita aqui, envolvendo espécies austrais do Mesozóico e espécies nórdicas do intervalo Carbonífero-Cretáceo pertencentes a ambos os gêneros, *Dadoxylon* e *Araucarioxylon*, são recomendados, pois poderão contribuir efetivamente para o esvaziamento do referido complexo taxonômico.

**Agradecimentos** - Este estudo, juntamente com a primeira parte (*Dadoxylon*), representa o resultado final da dissertação de mestrado da primeira autora e foi realizado graças ao suporte da CAPES, através de bolsa de mestrado, e do CNPQ, através de bolsa de doutorado (proc. 140923/2008-0). Agradecemos também à Dra.

Alexandra Crisafulli e ao Dr. Roberto Iannuzzi pela revisão do presente trabalho e por suas valorosas sugestões.

## Referências

- Agashe, S.N. & Kumar, M.S.S. 1996. Studies in fossil gymnospermous woods - part VIII. A new species of *Araucarioxylon* - *A. wejgaoense* from Lower Gondwana of Chandrapur District, Maharashtra. *Palaeobotanist*, 45: 15-19.
- Agashe, S.N., Prasad, K.R., 1984. Studies in fossil gymnospermous woods. Part V: Two new species of *Australoxylon* and *Zaleskioxylon* from Lower Gondwana Strata of Chandrapur district. In: DEVELOPMENTAL AND COMPARATIVE ASPECTS OF PLANT STRUCTURE AND FUNCTION: NATIONAL SYMPOSIUM, 1984, Allahabad. *Selected Papers*: 1-12.
- Agashe, S.N. & Prasad, K.R. 1989. Studies in fossil gymnospermous woods, part VII: 6 new species of Lower Gondwana (Permian) gymnospermous woods from Chandrapur District, Maharashtra State, India. *Palaeontographica Abt. B*, 212(4-6): 71-102.
- Agashe, S.N., Prasad, K.R. & Suresh, F. C. 1981. Two new species, *Araucarioxylon surangei* and *A. lathiense*, of petrified woods from Lower Gondwana strata. *The Palaeobotanist*, 28-29: 122-127.
- Bamford, M. 1999. Permo-Triassic fossil woods from the South African Karoo Basin. *Palaeontologia Africana*, 35: 25-40.
- Bamford, M.K. & Philippe, M. 2001. Jurassic-Early Cretaceous Gondwanan homoxyloous woods: a nomenclatural revision of the genera with taxonomic notes. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 113: 287-297.
- Creber, G.T. 1972. Gymnospermous wood from the Kimmeridgian of East Sutherland and from the Sandringham Sands of Norfolk. *Paleontology*, 15: 655-661.
- Crisafulli, A. & Lutz, A. 1997. Leños gimnospérmicos de la Formación Melo (Pérmico Inferior), Uruguay. Parte I: *Barakaroxylon* Surange y Maithy, 1962 y *Araucarioxylon* Kraus, 1870. *Ameghiniana*, 34(4): 437-445.
- Eckhold, W. 1923. Die Hoftüpfel bei regenten und fossilen Coniferen. *Jarbuch Preußen Geologischen Landesanstalt*, 42: 472-505.
- Endlicher, S. 1847. *Synopsis Coniferarum*. Sangalli, Apud Scheitlin & Zollikofer, 419p.
- Greguss, P. 1961. Permische fossile Hölzer aus Hungam. *Palaeontographica Abt. B*, 109: 131-146.
- Hartig, T. 1848. Beiträge zur Geschichte der Pflanzen und zur Kenntnis der norddeutschen Braunkohlen-Flora. *Botanische Zeitung*, 6: 185-190.
- Hollick, A. & Jeffrey, E.C. 1909. Studies of cretaceous coniferous remains from Kreischerville, New York. *Memoirs of New York Botanical Garden*, 3: 1-138.
- Knowlton, F.H. 1890. A revision of the genus *Araucarioxylon* of Kraus, with compiled descriptions and partial synonymy of the species. *Proceedings of U.S. National Museum*, 12: 601-617.
- Kräusel, R. 1949. Kritische untersuchungen zur Diagnostik lebender und fossiler Koniferen-Hölzer, pt. 2, in Die fossilen koniferen Hölzer (unter ausschluss von *Araucarioxylon* Kraus). *Palaeontographica Abt. B*, 89(4-6): 83-203.
- Kräusel, R. & Dolianiti, E. 1958. Gymnospermenhölzer aus dem paläozoikum brasiliens. *Palaeontographica Abt. B*, 104(4-6): 115-137.
- Kurzawe, F. & Merlotti, S. 2009. O complexo *Dadoxylon-Araucarioxylon*, Carbonífero e Permiano do Gondwana: estudo taxonômico do gênero *Dadoxylon*. *Pesquisas em Geociências*, 36(2): 223-232.
- Maheshwari, H.K. 1972. Permian wood from Antarctica and revision of some Lower Gondwana wood taxa. *Palaeontographica Abt. B*, 138(1-4): 1-43.
- Maniero, J. 1946. Uma nova madeira fóssil do Brasil Meridional, *Dadoxylon roxoi* sp. nov. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 6 (1): 37-58.
- McNeill, J., Barrie, F. R., Burdet, H.M., Demoulin, V., Hawksworth, D.L., Marhold, K., Nicolson, D.H., Prado, J., Silva, P.C., Skog, J.E., Wiersema, J.H. & Turland, N.J. 2006. *Código Internacional de Nomenclatura Botânica (Código de Viena)*. Adotado pelo XVII Congresso Internacional de Botânica, Viena, Áustria, julho de 2005. 181p. (Traduzido por C. E. M. Bicudo & J. Prado).
- Mussa, D. 1994. Determinação sistemática dos lenhos fossilizados por meio de blocos-diagrama. In: REUNIÃO DE PALEOBOTÂNICOS E PALINÓLOGOS, 8., 1994, São Paulo, SP. *Resumos...*, São Paulo, p.46.
- Pant, D.D. & Singh, V.K. 1987. Xylotomy of some woods from Raniganj Formation (Permian), Raniganj Coalfield, India. *Palaeontographica Abt. B*, 203(1-3): 1-82.
- Philippe, M. 1993. Nomenclature générique des trachéidoxyles fossiles mésozoïques à champs araucarioïdes. *Taxon*, 42: 74-80.
- Philippe, M. 1995. Bois fossiles du Jurassique de Franche-Comté (NE - France). *Palaeontographica Abt. B*, 236(1-3): 45-103.
- Philippe, M. & Bamford, M.K. 2008. A key to morphogenera used for Mesozoic conifer-like woods. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 148(2008): 184-207.
- Schimper, W.P. 1870. *Paléontologie Végétale*. Paris, J. B. Baillièere et Fils, v.2, 966p.

- Stewart, W.N. & Rothwell, G.W. 1993. *Paleobotany and the evolution of plants*. 2<sup>a</sup> ed. Cambridge, University Press, 521p.
- Tidwell, W.D. & Thayne, G.F. 1986. *Agathoxylon lemonii* sp. nov., from the Dakota Formation, Utah. *Great Basin Naturalist*, 46(3): 559-566.
- Torres, T & Philippe, M. 2002. Nuevas especies de *Agathoxylon* y *Baieroxylon* de Lias de La Ligua (Chile) con una evaluación del registro paleoixilológico en el Jurásico de Sudamérica. *Revista Geológica de Chile*, 29(2): 151-165.
- Vagyani, B.A. & Raju, A.V.V. 1981. A new species of fossil gymnospermous wood *Araucarioxylon* Kraus from Nandori, Maharashtra State. *Biovigyanam*, 7: 11-13.
- Vogellehner, D. 1968. Zur anatomie und phylogenie mesozoischer Gymnospermenhölzer, 7: prodromus zu einer Monographie der Protopinaceae. II. Die protopinoiden Hölzer des Jura. *Palaeontographica Abt. B*, 124(4-6): 125-162.
- Vozenin-Serra, C. & Pons, D. 1990. Intérêts phylogénétique et paléoécologique des structures ligneuses homoxylées découvertes dans le Cretacé Inferieur du Tibet Méridional. *Palaeontographica Abt. B*, 216(1-4): 107-127.
- Zamuner, A.B. 1996. *Araucarioxylon petriellae* n. sp., una possible Glossopteridal de la Formación Melo (Pérmico Inferior), Uruguay. *Ameghiniana*, 33(1): 77-82.